
PENGARUH PENAMBAHAN SERAT KACA DAN SERAT POLIESTER TERHADAP KEKUATAN IMPAK BAHAN BASIS GIGITIRUAN RESIN AKRILIK POLIMERISASI PANAS

Wennie Fransisca, Ismet Danial Nasution
Bagian Prostodonti, FKG Universitas Sumatera Utara

KATA KUNCI

RAPP, kekuatan impak, serat kaca, serat poliester

ABSTRAK

Resin akrilik polimerisasi panas (RAPP) merupakan bahan yang sering digunakan sebagai bahan basis gigitiruan. Sifat bahan RAPP terutama sifat mekanis tergantung pada kekuatan impak. RAPP memiliki kekuatan impak yang rendah sehingga mudah patah apabila terjatuh. Kekuatan impak resin akrilik dapat ditingkatkan dengan penambahan serat kaca (SK) dan serat poliester (SP). Rancangan penelitian ini adalah eksperimental laboratoris dengan desain *post test group only control*. Penelitian ini dilakukan pada sampel RAPP tanpa penambahan serat (A), dengan penambahan SK 1% (B), SK 3% (C), SP 1% (D) dan SP 3% (E) dengan ukuran sampel 80 mm x 10 mm x 4 mm. Jumlah total sampel sebanyak 30 sampel yang terdiri dari 6 sampel untuk masing-masing kelompok perlakuan. Setiap sampel dilakukan perhitungan kekuatan impak dan dianalisis dengan uji ANOVA satu arah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat kaca dan serat poliester terhadap kekuatan impak pada bahan basis gigitiruan RAPP. Hasil penelitian menunjukkan ada pengaruh penambahan SK dan SP terhadap kekuatan impak bahan basis RAPP dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$) dengan pasangan perlakuan yang bermakna adalah kelompok (A) dan (B) dengan $p = 0,002$ ($p < 0,05$), kelompok (A) dan (C) dengan $p = 0,001$ ($p < 0,05$), kelompok (A) dan (D) dengan $p = 0,006$ ($p < 0,05$) serta kelompok (A) dan (E) $p = 0,001$ ($p < 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan dengan penambahan SK 1% atau SP 1% dapat meningkatkan kekuatan impak, sehingga bahan basis gigitiruan yang dihasilkan akan lebih resisten terhadap benturan.

PENDAHULUAN

Basis gigitiruan adalah bagian dari gigitiruan yang bersandar pada jaringan lunak rongga mulut.¹ Basis gigitiruan harus biokompatibel, memiliki stabilitas dimensi baik, tahan terhadap tekanan kunyah, mudah direparasi, tidak larut dalam saliva, radiopak, estetik baik serta mudah dibersihkan.²⁻⁵ Secara umum, basis gigitiruan dapat terbuat dari

bahan logam dan non logam. Bahan logam biasanya merupakan campuran logam (*alloy*)⁵. Bahan non logam biasanya terbuat dari bahan polimer yang berdasarkan reaksi termalnya terdiri dari bahan termoplastik dan termoset.^{1,3} *Cross-linked polymethyl methacrylate* (Resin Akrilik) merupakan bahan termoset. Bahan ini paling sering digunakan sebagai bahan basis gigitiruan,⁶

karena harganya relatif murah, mudah direparasi, pembuatannya sederhana, warnanya stabil, biokompatibel serta mudah dipoles.⁷⁻¹⁰

Kekuatan bahan basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas dapat ditingkatkan yaitu dengan cara menambahkan bahan penguat. Bahan penguat yang dapat ditambahkan untuk memperkuat basis gigitiruan resin akrilik yaitu berupa bahan kimia, logam dan serat.¹¹⁻¹³ Penambahan bahan penguat bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanis resin akrilik yaitu resistensi terhadap fraktur akibat benturan, beban pengunyahan dan penggunaan yang terlalu lama.^{6,11} Serat yang dapat ditambahkan sebagai penguat yaitu serat kaca, serat karbon dan serat polimer berupa serat polietilen, serat rayon, serat aramid, serat poliester dan serat nilon.¹⁴⁻¹⁷

Serat kaca memiliki beberapa sifat yang menguntungkan, yaitu mudah dimanipulasi, berikatan baik dengan matriks resin serta estetik yang baik.^{18,19} Penelitian yang dilakukan oleh Sitorus Z dan Eddy (2012) menyatakan adanya peningkatan kekuatan dampak resin akrilik polimerisasi panas yang signifikan setelah ditambahkan serat kaca (Taiwan Glass) potongan kecil ukuran 4 mm, 6 mm, dan 8 mm.⁶

Serat Poliester dapat ditambahkan sebagai bahan penguat resin akrilik polimerisasi panas. Serat poliester merupakan polimer yang terbuat dari campuran *terephthalic acid* dan *dihydric alcohol* 85%.¹⁷ Serat poliester bersifat hidrofobik dan mempunyai persen

kristalinitas yang tinggi, sehingga akan menghasilkan kekuatan dan kestabilan yang tinggi serta resistensi terhadap bahan kimia, abrasi, dan panas.²⁰ San Chen dkk (2000) dalam penelitiannya mengukur peningkatan sifat mekanis resin akrilik polimerisasi panas (Shofu Co) yang ditambahkan berbagai serat, salah satunya serat poliester (IW71 USA) potongan kecil dengan ukuran dan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu dengan ukuran 2 mm, 4 mm dan 6 mm dengan konsentrasi 1%, 2% dan 3% mendapatkan adanya peningkatan kekuatan dampak yang signifikan.¹⁵

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perbedaan pengaruh penambahan serat kaca dan serat poliester terhadap kekuatan dampak.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratoris dengan desain *post test group only control*. Sampel pada penelitian ini adalah bahan basis resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat, dengan penambahan serat kaca potongan kecil 6 mm 1% dan 3%, dengan penambahan serat poliester potongan kecil 6 mm 1% dan 3%. Ukuran model induk dari logam yang akan digunakan untuk pengujian kekuatan dampak berukuran 80 mm x 10 mm x 4 mm (ISO 179-1:2000). Gips tipe III dicampur dengan perbandingan 300 gr : 90 ml air, kemudian adonan gips keras diaduk dengan *vacuum mixer* selama 15 detik lalu

dimasukkan kedalam kuvet bawah dan digetarkan diatas *vibrator*, setelah itu model induk ditanam pada kuvet bawah hingga setinggi permukaan adonan gips keras. Setelah gips mengeras, kuvet dibuka dan model induk dikeluarkan dari kuvet.

Pada penelitian ini, besar sampel minimal diasumsikan berdasarkan rumus frederer. Dalam penelitian ini akan digunakan $t=5$ karena jumlah perlakuan sebanyak lima perlakuan, yaitu bahan basis resin akrilik polimerisasi panas tanpa penambahan serat (A) dengan penambahan serat kaca potongan kecil 6 mm dengan persentase 1% (B), persentase 3% (C), dengan penambahan serat poliester potongan kecil 6 mm persentase 1% (D) dan persentase 3% (E). Berdasarkan rumus, jumlah sampel minimal untuk tiap kelompok perlakuan adalah 5 sampel. Pada penelitian ini, jumlah sampel adalah 6 sampel sehingga totalnya berjumlah 30 sampel.

Untuk memperoleh sampel kelompok (A) digunakan RAPP (QC 20) dengan perbandingan monomer dan polimer sebesar 3 gr bubuk polimer : 1,5 ml cairan monomer, sedangkan untuk kelompok (B) ditambahkan serat kaca (Taiwan Glass) yang sebelumnya direndam dalam cairan monomer 10 ml sebesar 0,045 gr ke dalam bubuk polimer atau 1% dari total berat polimer dan polimer RAPP, untuk kelompok (C) ditambahkan serat kaca yang sebelumnya telah direndam dalam cairan monomer 10 ml sebanyak 0,135 gr atau 3% dari total berat monomer dan

polimer, untuk kelompok (D) ditambahkan serat poliester (Tifico Fiber) yang sebelumnya telah direndam dalam cairan monomer 10 ml sebanyak 0,045 gr, untuk kelompok (E) ditambahkan serat poliester yang sebelumnya telah direndam dalam cairan monomer 10 ml sebanyak 0,135 gr. Selanjutnya dilakukan proses kuring dengan kompor selama 15 menit sehingga mencapai 100°C (fase I), suhu kuvet dijaga konstan 100°C dan dibiarkan selama 45 menit (fase II), setelah itu kuvet dibiarkan mencapai suhu ruang, lalu sampel dikeluarkan dan dirapikan dengan bur fraser dan kertas pasir *waterproof* no. 600, lalu sampel dimasukkan dalam *aquadest* dengan suhu 37°C selama 48 jam didalam inkubator.

Tabel 1. Kekuatan impak RAPP dengan penambahan serat kaca dan penambahan serat poliester (KJ/m^2)

No	(A)	(B)	(C)	(D)	(E)
1	5	8,5	8,5	7	10,25
2	5,25	8	9,25	7,5	5,5*
3	5	9**	9,25	6,75*	9
4	5,75	7,5	6,5*	7,5	11,5**
5	6,25**	7,75	12**	8,75**	8,75
6	4,5*	7*	9,75	8,25	7,75

Keterangan : * = Nilai Terkecil
** = Nilai Terbesar

Kekuatan impak dihitung dengan alat uji kekuatan impak (Amslerotto W.Werke GMBH, Germany).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan kekuatan impak terkecil kelompok A sebesar $4,5 \text{ KJ/m}^2$ dan terbesar $6,25 \text{ KJ/m}^2$. Kekuatan impak terkecil kelompok B sebesar 7 KJ/m^2

dan terbesar 9 KJ/m². Kekuatan impact terkecil kelompok C sebesar 6,5 KJ/m² dan terbesar 12 KJ/m². Kekuatan impact terkecil kelompok D sebesar 6,75 KJ/m² dan kekuatan terbesar 8,75 KJ/m². Kekuatan impact terkecil kelompok E sebesar 5,5 KJ/m² dan terbesar 11,5 KJ/m².

Rerata dan SD dari kekuatan impact kelompok A adalah 5,29 ± 0,62 KJ/m², kelompok B adalah 7,96 ± 0,71 KJ/m², kelompok C adalah 9,20 ± 1,78 KJ/m², kelompok D adalah 7,62 ± 0,75 KJ/m², dan kelompok E adalah 8,79 ± 2,07 KJ/m². (Tabel 2).

Tabel 2. Rerata dan SD kekuatan impact

Kelompok	N	X±SD (KJ/mm ²)
(A)	6	5,29 ± 0,62
(B)	6	7,96 ± 0,71
(C)	6	9,20 ± 1,78
(D)	6	7,62 ± 0,75
(E)	6	8,79 ± 2,07

Pengaruh penambahan serat kaca dan serat poliester terhadap kekuatan impact dianalisis dengan uji *one way* ANOVA dan didapatkan hasil p<0,001. (tabel 3)

Tabel 3. Hasil uji ANOVA satu arah terhadap kekuatan impact

	Sum of Squares	df	F	Sig.
Between Groups	55,867	4	7,81	0,001
Within Groups	44,677	25	5	
Total	100,544	29		

Setelah dilakukan uji ANOVA satu arah, selanjutnya dilakukan uji LSD (*Least Significant Different*), Hasil uji LSD menunjukkan adanya perlakuan yang bermakna antar beberapa kelompok dan perlakuan yang tidak bermakna antar beberapa kelompok. (tabel 4)

Tabel 4. Hasil uji LSD yang menunjukkan pasangan perlakuan yang signifikan dan tidak signifikan.

Pasangan perlakuan yang signifikan (p<0,05)	Pasangan perlakuan yang tidak signifikan (p>0,05)
Kel A dan kel B (0,002)	Kel B dan kel C (0,118)
Kel A dan kel C (0,001)	Kel B dan kel D (0,670)
Kel A dan kel D (0,006)	Kel B dan kel E (0,291)
Kel A dan kel E (0,001)	Kel C dan kel D (0,051)
	Kel C dan kel E (0,594)
	Kel D dan kel E (0,143)

Berdasarkan tabel (1) terlihat kekuatan impact memiliki nilai yang bervariasi, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yang mempengaruhi proses pembuatan sampel yang tidak dapat dikendalikan selama penelitian berlangsung yaitu teknik pengadukan secara manual, kandungan monomer sisa yang berlebihan, *micro porosity* dan serat yang terbuang pada saat proses pengepresan.^{11,14} Pada penelitian ini, teknik pengadukan secara manual merupakan faktor utama yang menyebabkan terjadinya nilai kekuatan impact yang bervariasi, karena kekuatan dan kecepatan pengadukan tidak dapat disamakan pada setiap pembuatan sampel sehingga menyebabkan campuran antara polimer dan serat menjadi tidak homogen. Hal ini sesuai dengan pernyataan

Vojvodic D (2008) yang penelitiannya menggunakan bahan basis resin akrilik polimerisasi panas (Meliodent) yang ditambahkan serat kaca (Keltex) menyatakan bahwa teknik pengadukan secara manual dapat menyebabkan pencampuran serat dan polimer menjadi kurang homogen serta terperangkapnya udara didalam matriks polimer sehingga terjadi *void* atau rongga kosong yang dapat mempengaruhi kekuatan impak.⁸ Hal lain yang mempengaruhi adalah penyebaran serat ketika pengepresan, sejumlah serat akan menyebar ke arah lateral dan keluar melewati *mold* sehingga menyebabkan berkurangnya konsentrasi serat.¹⁴

Pada table 2 terlihat kekuatan impak terbesar terdapat pada kelompok C apabila dibandingkan dengan kelompok lain. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Pekka (1994) dan Chen (2000) yang menyatakan bahwa kekuatan impak akan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi serat.^{14,15}

Hal tersebut disebabkan karena adanya transfer beban antara serat kaca dengan matriks polimer pada saat terjadi benturan. Transfer beban terjadi karena adanya adhesi antara permukaan serat kaca dengan matriks polimer resin akrilik polimerisasi panas. Adhesi yang baik dapat dicapai dengan melakukan preimpregnasi serat kaca dengan cairan monomer sebelum dicampurkan ke dalam polimer metil metakrilat sehingga akan mengurangi *void* dalam matriks resin.

Ketika beban diaplikasikan, modulus young dari ikatan antar atom polimer resin akrilik polimerisasi panas berada pada titik terendah sehingga akan terjadi deformasi permanen karena beban yang diaplikasikan menyebabkan modulus young melewati batas ambang *stress point*. Penambahan serat kaca menyebabkan peningkatan batas ambang *stress point* dari resin akrilik polimerisasi panas karena akan terjadi transfer beban dari basis gigitiruan resin akrilik polimerisasi panas ke serat kaca sehingga menyebabkan peningkatan kekuatan impak.¹¹ Dogan, dkk (2006) menyatakan transfer beban antara serat poliester yang beradhesi parsial matriks polimer dapat meningkatkan kekuatan impak, sehingga ketika beban diterima oleh resin akrilik, serat poliester yang terdapat didalam matriks akan menyerap sebagian besar beban tersebut dan meningkatkan kekuatan impak resin akrilik polimerisasi panas.¹⁶

Hasil uji ANOVA satu arah menunjukkan adanya pengaruh penambahan serat kaca dan serat poliester terhadap kekuatan impak. Adanya perlakuan yang bermakna pada kelompok B dan C disebabkan karena adanya silikon dioksida (SiO₂). Komponen ini memiliki kekakuan serta kekuatan yang tinggi yang menyebabkan serat kaca menjadi lebih padat dan kuat sehingga mampu menyerap beban yang diterima oleh resin akrilik polimerisasi panas. Transfer beban akan meningkatkan kekuatan impak.¹¹

Adanya perlakuan yang bermakna pada kelompok D dan E disebabkan serat poliester memiliki ikatan rantai polimer yang kuat dan panjang serta persen kristalinitas yang tinggi. Ikatan rantai yang kuat disebabkan susunan struktur molekulernya yang padat dan kompak sehingga menghasilkan daya tarik menarik antar molekul lebih besar. Semakin kuat ikatan suatu rantai polimer, maka semakin besar resistensi mekanisnya, serta semakin panjang rantai polimer serat, maka akan menghasilkan ikatan antar molekul yang besar juga. Semakin besar ikatan antar molekul polimer, maka semakin kuat suatu bahan, sehingga serat poliester mampu menyerap beban yang diterima, transfer beban yang terjadi akan meningkatkan kekuatan impak.²⁰ Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh San Chen dkk (2000) yang menggunakan resin akrilik polimerisasi panas (Shofu Co) yang ditambahkan serat poliester (IW71 USA) potongan kecil dengan ukuran 2 mm, 4 mm dan 6 mm yang konsentrasinya 1%, 2% dan 3% mendapatkan adanya peningkatan kekuatan impak yang signifikan seiring dengan bertambahnya panjang serat dan konsentrasi serat.¹⁵ Nilai rerata kekuatan impak dari hasil yang didapatkan penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan hasil yang didapatkan oleh San Chen. Pada penelitian ini, serat di preimpregnasi dengan menggunakan monomer metil metakrilat. Preimpregnasi dengan menggunakan monomer metil metakrilat mengurangi

kemungkinan terjadi *void* pada matriks resin sehingga lebih meningkatkan kekuatan impak.¹¹

Pada table 3 terlihat adanya beberapa pasangan perlakuan yang tidak signifikan, perbedaan ini mungkin disebabkan karena perbedaan cara pencampuran serat. Pada penelitian yang dilakukan oleh Chen (2000), proses pencampuran serat menggunakan metode pencampuran mekanis yaitu dengan menggunakan *electric mixer*, sedangkan pada penelitian ini proses pencampuran serat menggunakan metode manual, yaitu pengadukan dengan semen spatel. Teknik pengadukan yang manual dapat menyebabkan pencampuran yang kurang homogen antara serat dengan matriks polimer resin akrilik polimerisasi panas sehingga menyebabkan terjadinya *void* dalam matriks resin yang akan mengurangi kekuatan impak.¹⁵

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan, dengan penambahan serat kaca 1% atau serat poliester 1% dapat meningkatkan kekuatan impak bahan basis gigitiruan RAPP.

SARAN

Saran dari penelitian ini adalah perlunya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh penambahan serat kaca dan serat poliester terhadap kekuatan impak dengan modifikasi metodologi penelitian supaya mendapatkan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. McCabe JF. Anderson's Applied Dental Materials. 6th. Oxford: blackwell, 2008: 75-91.
2. Gunadi A. Ilmu Geligi Tiruan Sebagian Lepas. Jakarta: Hipokrates, 2012: 215-220.
3. Zarb GA; Hobkirt J; Eckert S; Jacob R. Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients. 13th. Elsevier: Singapore, 2012: 133-141.
4. Schricker SR; Hamza T; Jere D; Dotrong M; Wee A. Effect of methacrylated hyperbranched polymers on the fracture properties of denture base materials. *Journal of Macromolecular Science* 2006; 43:205-12.
5. Tandon R; Gupta S; Agarwal SK. Denture base material. *Indian Journal of dental science* 2010; 2(2): 33-6.
6. Sitorus Z, Eddy. Perbaikan sifat fisis dan mekanis resin akrilik polimerisasi panas dengan penambahan serat kaca. *Dentika* 2012; 17(1):24-9.
7. Sadamori S; Ishii T; Hamada T; Razak A. A comparison of three dimensional change in maxillary complete denture between conventional heat polymerizing and microwave polymerizing technique. *Dent J* 2007. 40(1): 6-10.
8. Vojvodic D; Matejcek F; Schauerl Z; Mehulic Ketij; Bagic-Cukovic I; Segovic S. Flexural strength of e-glass fiber reinforced dental polymer and dental high impact strength resin. *Strojarstvo* 2008; 50(4): 221-30.
9. Vojdani M, Khaledi AAR. Transverse strength of reinforced denture base resin with metal wire and e-glass fibers. *Journal Of Dentistry* 2006; 3(4):167-72.
10. Faot F; Panza LHV; Garcia RCMR; Del Bel Cury AA. Impact and Flexural Strength, and Fracture Morphology of Acrylic Resins With Impact Modifiers. *The Open Dentistry Journal* 2009 ; 3(1) : 137-143.
11. Alla RK; Sajjan S; Alluri VR; Ginjupalli K; Upadhya N. Influence of fiber reinforcement on the properties of denture base resins. *JBNB* 2013; 4:91-7.
12. Dogan OM; Bolayir G; Dogan A; Bek B. The evaluation of some flexural properties of a denture base resin reinforced with various aesthetic fibers. *J Mater Sci* 2008; 19: 2343-49.
13. Soygun K; Bolayir G; Boztuq A. Mechanical and thermal properties of polyamide versus reinforced PMMA denture base materials. *J Adv Prosthodont* 2013; 5(2):153-60.
14. Vallitu PK; Lassila VP; Lappalainen R. Acrylic resin-fiber composite-part I: The effect of fiber concentration on fracture resistance. *The Journal of Prosthetic dentistry* 1994; 10(1): 607-12.
15. Chen SY, Liang WM, Yen PS. Reinforcement of acrylic denture base resin by incorporation of various fibers. *J Biomed Mater Res (Appl Biomater)* 2001; 58: 203-8.
16. Dogan OM; Bolayir G; Keskin S; Dogan A; Bek B; Boztuq A. The effect of esthetic fibers on impact resistance of a conventional heat-cured denture base resin. *DMJ* 2007; 26(2): 232-9.
17. Hedge RR; Dahiya NA; Kamuth MG. Polyester fibers [.www.engr.utk.edu/mse/textiles/polyester%20fiber.html](http://www.engr.utk.edu/mse/textiles/polyester%20fiber.html). (3 Juli 2013).
18. Hasan RH, Abdulla MA. Reinforced microwave-cured acrylic resin denture base material with glass fiber. *Al-Rafidain Dent J*; 10(2): 314-21.
19. Jaber MA. Effect of metal wire and glass fiber on the impact strength of acrylic denture-base resin. *Iraqi National Journal of Nursing Specialities* 2011; 24(2): 26-32.
20. Zubaidi. Pembuatan serat poliester kekuatan tinggi dan karakterisasi terhadap sifat fisik dan supermolekulernya. *Jurnal Sains Materi Indonesia* 2008; 9(3): 200-3.